

Ritva Vanninen, Jukka Putaala, Michaela Bode, Mikko Nyman, Johanna Pekkola ja Hannu Manninen

Akuutin aivohalvauspotilaan kuvantaminen valtimotukoksen hoidon suunnittelussa

Valtimonsisäinen mekaaninen tukoksenpoisto eli trombektomia on oikein valituille aivoinfarktipotilaille erittäin tehokas hoitomuoto. Kuvantamistutkimuksilla on keskeinen rooli päätettäessä akuutin aivoinfarktin hoidosta. Kaikille trombektomian aikaikkunassa sairaalaan tuleville potilaille sekä niille, joiden oireiden alkamisaika on epäselvä ja joiden natiivitetokonetomografiassa (natiivi-TT) ei paljastu syyksi aivoverenvuotoa, suositellaan samalla kuvantamiskerralla pään natiivi-TT:n ja kaula- ja aivovaltimoiden TT-angiografian yhdistelmää. Yliopistosairaaloissa tähän voidaan liittää vielä TT-perfuusiokuvaus. Tietyissä akuuteissa tilanteissa myös magneettikuvaus (MK) on käyttökelpoinen. Esittelemme akuutin aivoverenkiertohäiriöpotilaan kuvantamiskäytäntöjä ja tärkeimpiä kuvantamislöydöksiä, jotka vaikuttavat hoitopäätökseen, kun harkitaan potilaan soveltuvuutta valtimonsisäiseen trombektomiaan.

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on Suomessa neljänneksi yleisin kuolinsyy ja lukeutuu tärkeimpiin aikuisiässä vammaisuutta aiheuttaviin sairauksiin. Sen syynä on noin 80 %:lla aivoinfarkti, viidenneksellä aivojen sisäinen tai lukinkalvonalainen verenvuoto ja harvoin sinustromboosi. Noin 30 %:lla potilaista esiintyy ohimeneviä aivoverenkiertohäiriöitä (TIA) ennen aivoinfarktia. Etukieppon alueen AVH:n laskimonsisäinen liuotushoito tulee aloittaa viimeistään 4,5 tunnin kuluessa oireiden alusta, takakieppon alueen osalta aikaikkuna on pidempi (1,2,3). Osa potilaista ei ehdi laskimonsisäiseen liuotushoitoon riittävän ajoissa, ei hyödy hoidosta tai hoidolle on vasta-aihe.

Kansainvälisissä tutkimussarjoissa on saatu vakuuttava näyttö siitä, että mekaaninen trombektomia on oikein valituille potilaille erittäin tehokas hoitomuoto (4,5,6,7,8). Viiden satunnaistetun tutkimuksen alkuperäistä potilasdataa hyödyntäneen meta-analyysin perusteella mekaanisesta trombektomiasta näyttää olevan hyötyä hyvin valikoiduille potilaille ainakin kuuteen tuntiin saakka oireiden alkamisesta (9). Yksi viidestä (NNT 5) trombektomial-

la hoidetusta potilaasta säilyttää omatoimisuutensa verrattuna muuhun tavanomaiseen akuuttihoitoon (mukaan lukien liuotushoito siihen soveltuville potilaille) (9). Hoito vaatii akuuttineurologian osaamista tai telestroke-yhteyttä sekä radiologista erityisosaamista sairaalapäivystysten etulinjassa (10). Siltahoitoa tulee käyttää aina, kun se on mahdollista. Siinä tukoksen hoito aloitetaan laskimonsisäisesti, mutta potilas siirretään välittömästi jatkohoitoon paikkaan, jossa on mahdollisuus jatkaa hoitoa valtimonsisäisesti, mikäli todetaan revaskularisaatioon soveltuva tukos.

Kuvantamistutkimuksilla on keskeinen osa päätettäessä akuutin aivoinfarktin hoidosta. Kuvantaminen tulee suorittaa viiveettä, sillä aivot ovat hyvin herkkä haavaputteenlelle. Kuvauksella suljetaan pois aivoverenvuoto ja muut samankaltaisia oireita aiheuttavat tilat kuten kasvaimet. Lisäksi tulee arvioida jo infarktoituneen aivoalueen olemassaoloa, sijaintia, kokoa ja ikää. Trombektomiahoidopäätöksen teossa on hyödyksi, jos kuvantamalla voidaan myös osoittaa ja paikantaa suonitukos sekä arvioida haavaputteenlesta kärsivän, mutta vielä pelastettavissa olevan aivoalueen olemassaolo ja laajuus.

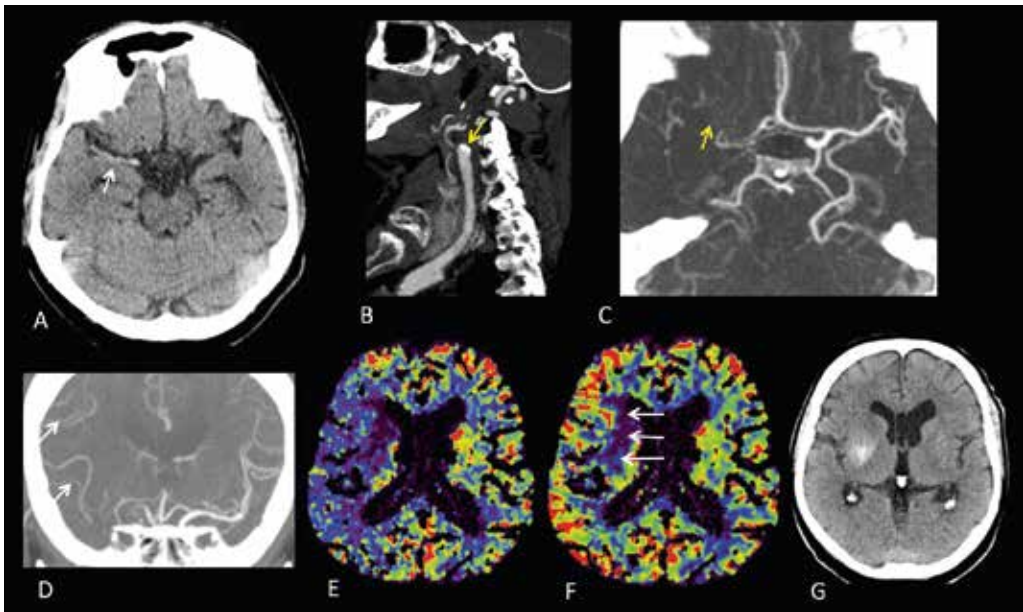
Esittelemme akuutin AVH-potilaan kuvantamiskäytäntöjä ja tärkeimpiä löydöstyypppejä. Erityisesti pyrimme tuomaan esiin kuvantamislöydöksiä, jotka vaikuttavat hoitopäätökseen harkittaessa potilaan soveltuvuutta valtimonsisäiseen trombektomiaan.

Natiivi-TT

Natiivi-TT:ssä aivohalvauksen ensimmäinen löydös on osalla potilaista keskimmäisen aivovaltimon päärungossa (M1-segmentti) tai sisemmän kaulavaltimon huipussa tiiviinä näkyvä suonensisäinen trombi (hyperdense artery sign), joka osoittaa valtimotukosta ja ennustaa laajaa infarktia (KUVA 1). Toisinaan voidaan nähdä myös tiivis distalisempi valtimohaara (dot sign) tai kallonpohjavaltimo (KUVAT 2 ja 3). Trombin näkemistä auttavat ohutleike-

rekonstruktiot, ja yli 8 mm:n mittainen tukos merkitsee huonoa rekanalisoitumista laskimonsisäisessä trombolyyssissä (11,12).

Aivojen parenkyymissä ensimmäiset merkit näkyvät TT-kuvissa vasta 1–3 tunnin kuluttua oireiden alkamisesta. Harmaan ja valkean aineen välinen tiheysero häviää ja raja hämärtyy, ja usein tämä löydös näkyy ensimmäisenä tyvitumakkeiden ja aivosaaaren (insula) alueella. Kudosturvotus aiheuttaa ensin aivouurteiden kaventumista ja gyrusten turpeutta, myöhemmin infarktialue muuttuu harventuneeksi (tummemmaksi) terveeseen kudokseen verrattuna (KUVA 4). Infarktoituneeseen aivokudokseen voi myös ilmaantua vuotoa. Vanhat infarktialueet erotetaan tuoreesta infarktista niiden atrofisen kudospuutoksen ja alitiheyden perusteella.



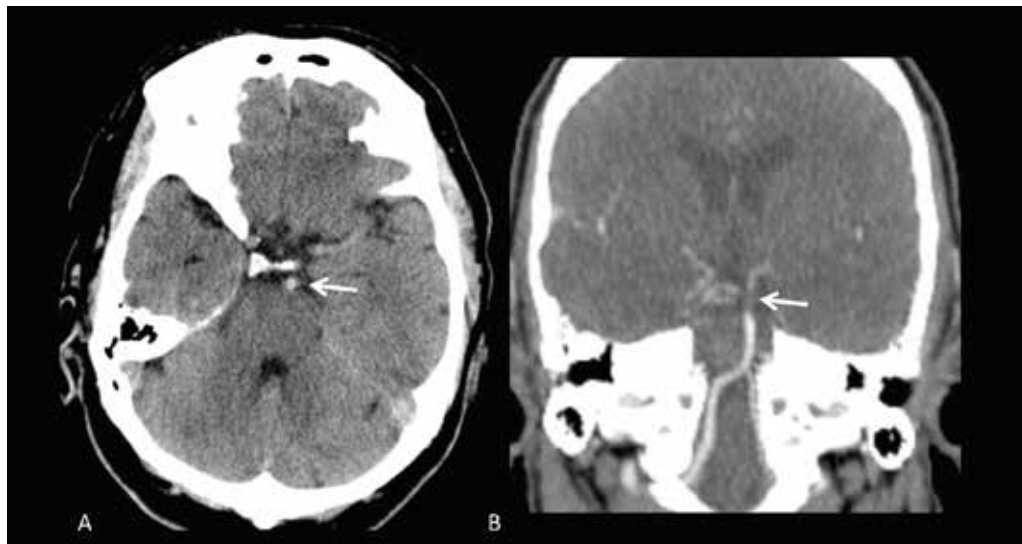
KUVA 1. Vasemmanpuoleisen hemipareesin saanut 71-vuotias mies tuli hoitoon kahden tunnin kuluttua oireiden alusta. **A)** Natiivikuvassa todetaan oikealla tihentymä (dense media sign, DMS) (nuoli). **B)** Kaulasuonten TT-angiografiassa todetaan kalkkiuma ja tukos oikean sisemmän kaulavaltimon tyvessä (nuoli). **C)** Aivovaltimoiden TT-angiografiassa oikea M1-segmentti on tukossa (nuoli). **D)** TT-angiografiassa temporoparietaalisesti on kollateralisuonitusta (nuolet). **E)** TT-perfuusiokuvauksen virtauskartassa nähdään koko oikean keskimmäisen aivovaltimon suonitus-

alueella uhkaava iskemia. **F)** Tilavuuskartassa on infarktoitumista osoittava defekti vain tyvitumake-alueella (nuolet) ja siten laaja iskeeminen puolivarjo. Potilaalle aloitettiin laskimonsisäinen liuotushoito ja hänet siirrettiin angiolaboratorioon. Trombektomian ja kaulavaltimostentin asettamisen avulla reperfuusio saavutettiin 4 t 15 min oireen alusta. **G)** Natiivi-TT:ssä nähdään varjoainekertymä linssitumakkeessa (nucleus lentiformis) 11 tuntia toimenpiteen jälkeen. Kehittyvä infarkti rajoittui TT:n tilavuuskartan defekti-alueelle. Potilas toipui lähes oireettomaksi.

TT-angiografia

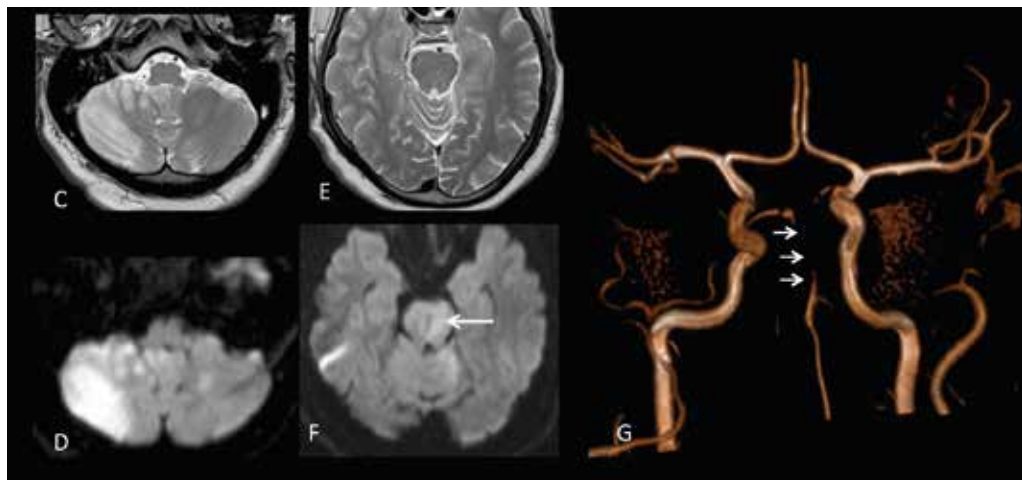
Laskimonsisäiseen liuotushoitoon tai trombektomiaan mahdollisesti soveltuville aivoinfarktipotilaille suositellaan heti natiivi-TT:n jälkeen tehtäväksi samalla kertaa aivo- ja kaulavaltimoiden TT-angiografia, sillä se mahdollistaa no-

pean ja luotettavan arvion mahdollisesta trombektomiakohteesta eli päävaltimorungon tukoksesta (yhteinen tai sisempi kaulavaltimo tai M1-segmentti eli keskimmäisen aivovaltimon tyviosa). Vaikka tuoreisiin satunnaistettuihin tutkimussarjoihin sisältyi ainoastaan 94 potilasta, joilla oli keskimmäisen aivovaltimon pää-



KUVA 2. Viisikymmentäkahdeksanvuotias mies löytyi kotoaan tajuttomana iltakahdeksalta. Hän ojensi yläraajojaan ja koukisti alaraajojaan. Natiivi-TT:ssä (A) kallonpohjavaltimon runko (nuoli) on tiiviimpi kuin sisemmät kaulavaltimot ja TT-angiografiassa (B) kal-

lonpohjavaltimon rungon distaaliosassa on trombiksi sopiva täyttödefekti (nuoli). Potilas sai liuotushoidon ja lähetettiin yliopistosairaalaan mahdollista trombektomiaa varten.



KUVA 3. Kuvan 2 potilas yliopistosairaalaassa. Aamukolmelta MK:ssa oikealla pikkuaivoissa näkyi infarktimuutoksia sekä T2-painotteisissa (C) että diffuusio-kuissa (D). Aivosillassa (pons) ei erottunut poikkeavaa signaalia T2-kuvassa (E), mutta diffuusio-kuissa

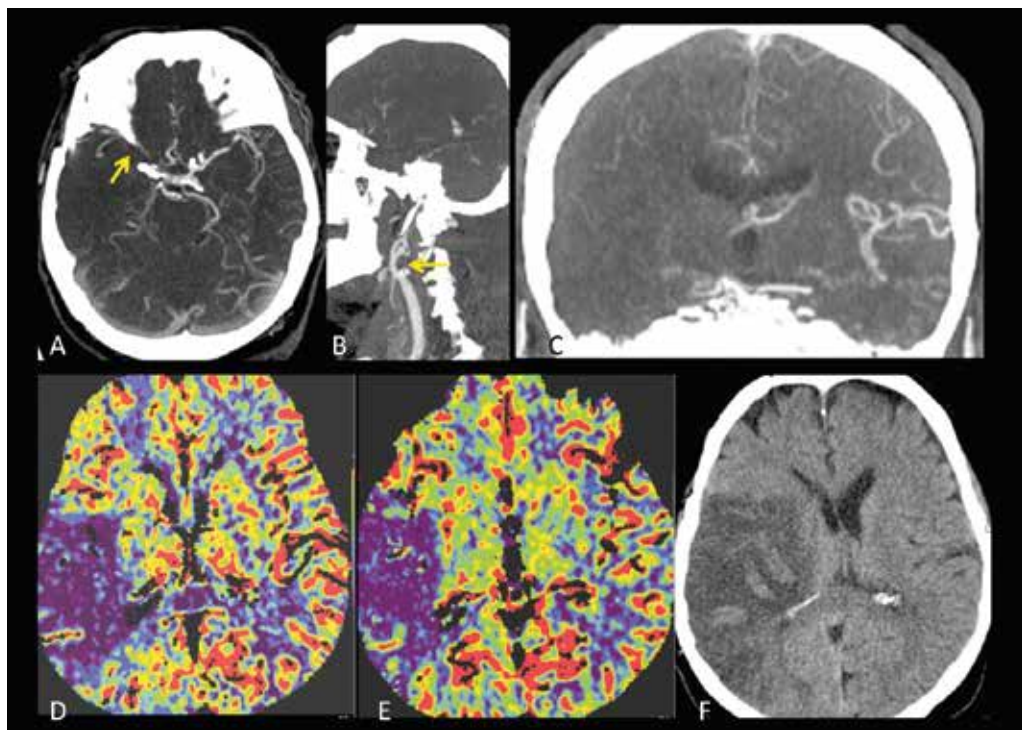
(F) oli iskemiaan viittaava muutos keskiviivan vasemmalla puolella (nuoli). Vuotoon viittaavaa ei näkynyt. Magneettiangiografiassa (G) kallonpohjavaltimotrombi ei ollut liuennut (nuolet), ja potilaalle tehtiin trombektomia. Hän toipui hyvin.

haaran (M2-segmentti) tukos, eikä aineistoihin sisällynyt etummaisen (A1) tai takimmaisen (P1) aivovaltimon tyviosan, nikama- tai kallo-pohjavaltimon tukoksia, voidaan näitäkin hoitaa yksilöllisen harkinnan perusteella (9). TT-angiografiassa osoitettujen suonitukosten laajuus ja sijainti vaikuttavat trombektomiahoitopäätökseen (KUVAT 1-4). Kuvista voidaan todeta myös tukosten lähtökohtana usein toimivat ateroskleroottiset ”tandemahtaumat” ja määrittää ahtauman vaikeus ja plakkien tyyppi mahdollisia myöhempiä toimenpiteitä varten.

Kaikista aivoinfarkteista vähintään neljännes on sydänperäisiä aivoembolioita tunnetusta embolialähteestä. ViidenNES aiheutuu ateroskleroottisesta ahtaumasta sisemmän kaulavaltimon haarautumiskohdassa (13). Lähes neljäsosa aivoinfarkteista sopii piirteiltään kar-

dioembolisiksi mutta jää salasyntyisiksi, kun embolialähdettä ei pystytä osoittamaan (14). Sisemmän kaulavaltimon tai nikamavaltimon dissekoituma on muistettava erityisesti nuorten potilaiden tukoksen aiheuttajana (15). Takakierron alueella ateroskleroottinen ahtauma on yleisimmin nikamavaltimon tyvessä. TT-angiografia voi antaa tietoa aortankaaren ateroosimuutoksista ja kaulavaltimoiden poikkeavasta anatomista, joka on trombektomiaa suorittavalle interventioradiologille tärkeä tieto. Erotusdiagnostiikassa TT-venografialla voidaan osoittaa myös aivolaskimosinusten tukos.

TT-angiografialla voidaan selvittää paitsi tukoksen sijainti, myös tutkia aivovaltimoiden kollateraalien tilaa (KUVAT 1 ja 4). Hyvä kollateraalien täyttyminen on yhteydessä suotuisaan ennusteeseen suonitukoksen avaamisen jälkeen



KUVA 4. Kuusikymmentävuotias mies sairasti kroonista eteisvärinää, ja hänellä oli varfariinilääkitys. Aiemmin häneltä oli suljettu aneurysma klipsillä. Hän saapui tunnin aikaikkunassa sairaalaan vasemmanpuoleisen oireiston ja puhevaikeuden takia. Natiivi-TT:ssä ei havaittu vuotoa, oikealla puolella oli tihentyä (DMS). TT-angiografiassa (A-C) oikean sisemmän kaulavaltimon tyven ja M1-segmentin tukokset

(nuolet). Kollateraalisuonitus on hyvin vähäistä. TT-perfuusiokuvissa kookas defekti oikealla keskimmäisen aivovaltimon suonitusalueella sekä virtaus- (D) että tilavuuskartassa (E) ilman merkittävää iskeemistä puolivarjoa. F) Teknisesti onnistuneesta trombektomiasta huolimatta havaittiin 3 vrk:n kuluttua natiivi-TT:ssä kookas harventunut infarktialue.

(16). Heikko tai täysin puuttuva kollateraalien täyttyminen taas ennustaa huonoa toipumista hoidosta huolimatta, ja sitä voidaan yhdessä muiden arviointikriteerien kanssa pitää trombektomian vasta-aiheena (16,17,18). Potilaita, joiden kollateraalkierto oli huono, ei otettu lainkaan mukaan ESCAPE-tutkimukseen (5). Esimerkkejä kollateraalkierron arvioinnista on esitetty [INTERNETTIETOLAATIKOSSA 1](#) ja [INTERNET-KUVASSA](#) (19,20,21,22).

TT-perfuusiokuvaus

TT-angiografiaa täydentävänä tutkimuksena voidaan tehdä aivojen perfuusiokuvaus iskeemisen puolivarjon (pelastettavissa olevan kudosalueen) ja jo peruuttamattomasti tuhoutuneen kudoksen laajuuden arvioimiseksi ([KUVAT 1](#) ja [4](#)). TT-perfuusion (TTP) mittauksella saadaan tietoa hapenpuutteesta kärsivän kudoksen hiussuonikierrosta. Työasemalla tehdään varjoainetehosteisesta kuvadatasta karttoja, joista yleisimmin käytössä ovat **tilavuuskartta** (cerebral blood volume, CBV, kuvaa veritilavuutta suhteessa aivokudostilavuuteen), **virtauskartta** (cerebral blood flow, CBF, kuvaa tietyn aivokudostilavuuden läpi minuutin aikana kulkevaa veritilavuutta), ja **läpikulkuaikakartta** (mean transit time, MTT, kuvaa veriboluksen keskimääräistä läpikulkuaikaa hiussuoniverkoston läpi). Näistä saatava yhteistieto auttaa erottamaan toisistaan jo palautumattoman infarktin ydinalueen ja puolivarjon, joka määrittellään tilavuus- ja virtauskarttojen erotukseksi.

Löydöksellä on merkitystä esimerkiksi silloin, kun ollaan lähellä hoidon aikaikkunan takarajaa. Mikäli puolivarjo on laaja, se puoltaa liuotushoidon tai trombektomian aloitusta, ja jos puolivarjoa taas ei ole, ei hoitoon liittyvää komplikaatoriskiä kannata ottaa. [KUVIEN 1](#) ja [4](#) esimerkkipotilailla oli molemmilla sisemmän kaulavaltimon tukos ja keskimmäisen aivovaltimon tromboembolia sekä samanlainen natiivi-TT-löydös, mutta heidän kuvantamislöydöksensä poikkesivat TT-angiografian kollateraalien ja TTP:n osalta. Perfuusiokuvauksen merkityksestä aivoinfarktin rekanalisaatiohoitojen päätöksen tukena on tehty yksi laaja satunnaistettu tutkimus, ja käynnissä on useita tutkimuksia.

Ydinasiat

- ▶ Kvanttamistutkimuksilla on keskeinen rooli päätettäessä akuutin aivoinfarktin hoidosta ja potilaan soveltuvuudesta valtimonsisäiseen trombektomiaan.
- ▶ Pään natiivi-TT:n ja kaula- ja aivovaltimoiden TT-angiografian yhdistelmä on perustutkimus kaikille trombektomian aikaikkunassa sairaalaan tuleville potilaille.
- ▶ Täydentävänä tutkimuksena TT-perfuusiokuvaus auttaa iskeemisen puolivarjon ja jo peruuttamattomasti tuhoutuneen kudosalueen laajuuden arvioinnissa.
- ▶ Magneettikuvaus on käyttökelpoinen, kun potilas on nuori, oireiden alkamisajankohdasta ei ole tiedossa tai kun halutaan arvioida aivorungon iskemian laajuutta.

Vuonna 2015 julkaistu EXTEND-IA-tutkimus lopetettiin ennenaikaisesti, koska trombektomia johti parempaan toipumiseen kuin laskimonsisäinen liuotushoito yksinään sisemmän kaulavaltimon tai keskimmäisen aivovaltimon tukoksen saaneilla potilailla, joilla oli TTP:n perusteella pelastettavaa kudosta (modifoidulla Rankinin asteikolla pistemäärä 0–2 kolmen kuukauden kuluttua: 71 % trombektomia- vs 40 % liuotushoitoryhmässä) (7).

Magneettikuvaus

Aivojen MK on TT:tä herkempi tuoreen iskemian osoittamisessa etenkin takakuopan alueella ([KUVA 3](#)). Se osoittaa myös pienet, oireita aiheuttaneet tai oireettomat infarktit selvästi herkemmin sekä edesauttaa muiden etiologisten tutkimusten kohdentamista. MK ei kuitenkaan ole akuutin aivoinfarktin ensisijainen tutkimus hitautensa ja TT:tä huonomman saatavuutensa takia. MK lukeutuu nuorten potilaiden perusselvittelyyn, sillä heillä AVH:n erotusdiagnostiikka on vaativampi ja etiologia runsaskirjoisempi kuin vanhemmilla potilailla. MK:ta käytetään usein myös potilaille, joiden

oireiden alkuaikajako ei ole tiedossa (herätessä todettu oire) tai potilaille, joiden diagnoosi jää esitietojen, statuslöydösten ja TT:n jälkeen epävarmaksi.

Soveltuvuutta mekaaniseen trombektomiaan arvioidaan MK:ssa kriittisen iskemian osoittamisella diffuusiokuvauksessa ja proksimaalisen tukoksen osoittamisella angiografiassa. Tehtäessä trombektomiapäätöstä takakierron tukosten yhteydessä MK on usein aiheellinen aivourgon iskemian poissulkemiseksi tai sen laajuuden arvioimiseksi, erityisesti jos aikaikkuna on pitkä ja oirekuva vaikea (**KUVAT 2 ja 3**). MK-protokollan tulee olla mahdollisimman nopea, mutta sen pitäisi myös pystyä vastaamaan hoitopäätöksen teossa keskeisiin kysymyksiin. Nykyisillä laitteilla tyypillinen kuvaus kestää 10–15 minuuttia, ja 3 teslan laite on protokollan nopeuttamisessa eduksi. Kuvauksessa pitää pystyä toteamaan tuore iskemia, tuore infarkti, tuore vuoto ja aivovaltimotukokset sekä arvioimaan aivojen parenkyymin perfuusiota.

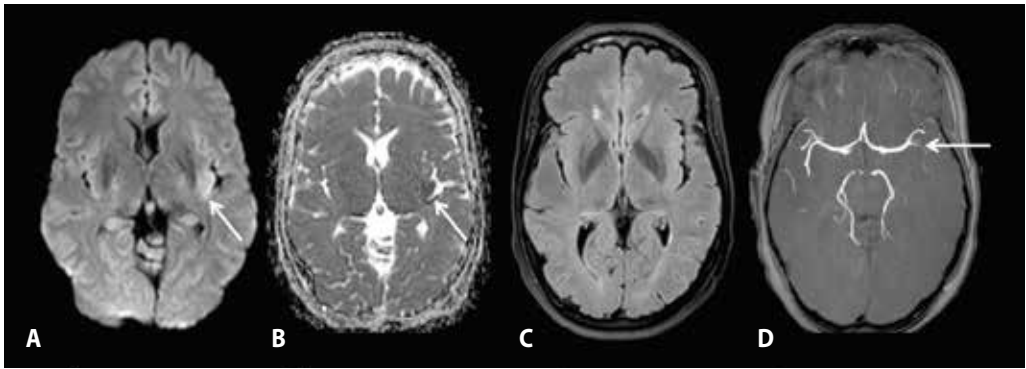
Keskeisin MK-sekvenssi on diffuusiokuvaus, jossa nähdään muutoksia todennäköisesti jo alle kolmen minuutin kuluessa oireiden alkamisen jälkeen (23). Diffuusiokuvissa nähtävä muutos aiheutuu sytotoksisesta turvotuksesta, joka alkaa kehittyä aivojen parenkyymissä, kun verenvirtaus vähenee pienemmäksi kuin 30 ml/100 g x min (24). Tämä ei kuitenkaan johda välttämättä aivokudoksen peruuttamattomaan vaurioon, ja osa diffuusiokuvissa nähtävistä muutoksista voikin olla vielä väistymiä (25). Diffuusiokuvissa nähtävä muutos aiheutuu sytotoksisesta turvotuksesta, joka alkaa kehittyä aivojen parenkyymissä, kun verenvirtaus vähenee pienemmäksi kuin 30 ml/100 g x min (24). Tämä ei kuitenkaan johda välttämättä aivokudoksen peruuttamattomaan vaurioon, ja osa diffuusiokuvissa nähtävistä muutoksista voikin olla vielä väistymiä (25). Diffuusiokuvista määritettävät kvantitatiiviset ADC-arvot pienenevät miltei lineaarisesti verenvirtauksen vähentyessä (24), ja erittäin pienet ADC-arvot ennustavat kehittyvän infarktiytimen kokoa hyvin (26). Sytotoksiseen ödeemaan liittyy yleensä peruuttamattomalle aivoinfarktille spesifimpi veden kokonaiskertymän lisääntyminen (ioninen turvotus).

Nesteherkillä T2-painotteisilla ja FLAIR-kuvilla on myös keskeinen merkitys tutkittaessa akuuttia AVH:ta. Diffuusio-MK:lla yhdessä FLAIR-sekvenssin kanssa voidaan arvioida tuoreen infarktin ikää esimerkiksi potilaan herätessä todetun neurologisen puutosoireen yhteydessä, kun harkitaan rekanalisaatioon tähtääviä akuuttihoitoja. Jos leesio näkyy diffuusiokuvissa, muttei vielä FLAIR-sekvenssissä (niin kutsuttu DWI-FLAIR mismatch), on potilas todennäköisesti liuotushoidon aikaikkunassa (**KUVA 5**) (27,28).

Aivokudokseen tai sen ympärille vuotaneen veren MK-signaali riippuu vuodon iästä, joka vaikuttaa punasolujen yhtenäisyyteen ja hemoglobiinin happeutumiseen. Akuutti vuoto voi olla vaikea huomata tavanomaisissa T1- tai T2-painotteisissa kuvissa, ja veren hajoamistuotteille herkissä susceptibiliteettikuvissa tai T2-painotteisissa kuvissa ei myöskään vielä välttämättä nähdä signaalipuutosta. Aivovaltimotukoksen aiheuttava trombi sen sijaan on usein nähtävissä näissä kuvissa niukkasignaalisena, ja sen pituus on mahdollista arvioida. Distaaliset tukokset ovat myös havaittavissa erityisesti magnetoituvuuskuvista, ja ne antavat magneettiangiografiaa täydentävää tietoa.

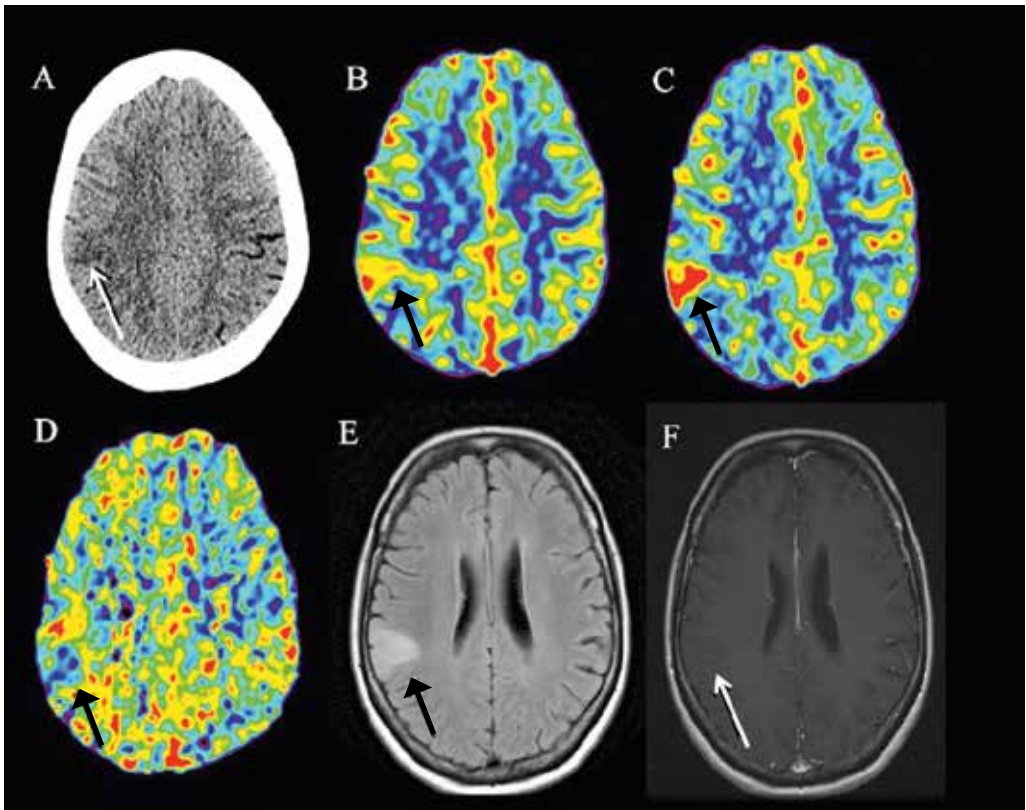
Magneettiangiografia

Magneettiangiografiassa saadaan TOF-tekniikalla (time of flight) hyvä käsitys suuremmista aivovaltimoista ilman varjoainetta. Kuvista pystyy havaitsemaan mekaanisen trombektomian kohteiksi soveltuvat proksimaaliset valtimotukokset (**KUVA 3**), mutta heikkoutena on distaalisempien valtimohaarojen huonompi erottuminen, minkä takia muun muassa kollateraalien arviointi on epävarmaa. Myöskään trombin pituutta ei näistä kuvista pysty luotettavasti arvioimaan, ja aivovaltimosteenoosit saattavat kuvantua todellista voimakkaampina ja tulla tulkituksi väärin täydellisiksi tukoksiksi ja tuoreiksi trombeiksi. Mekaanista trombektomiaa harkittaessa aivovaltimoiden TOF-magneettiangiografiaan on suositeltavaa yhdistää kaula- ja aivovaltimoiden varjoainemagneettiangiografia.



KUVA 5. Keski-ikäinen perusterve nainen oli mennyt puoliltaöin nukkumaan ja herännyt aamulla klo 06.50 sekavana. Hän ei pystynyt tuottamaan puhetta. Sairaalassa todettiin afasia ja oikeanpuoleinen katveoire, eikä potilas seurannut komentoja. Koska kyseessä oli herätessä esiin tullut AVH-oire, potilas tuli suoraan ambulanssista MK:hon, joka alkoi klo 08.11.

MK:ssa todettiin rajoittunut diffuusio vasemmalla aivosaaressa (A, B, nuolet). Muutokset eivät erottuneet FLAIR-kuvissa (C) eli todettiin diffuusiopainoteisen ja FLAIR-kuvauksen epäsuhta. Magneettiangiografiasa (D) trombi vasemmalla aivovaltimon päähaarassa (nuoli). Potilas siirrettiin angiosaliin ja hänelle tehtiin trombektomia klo 09.40. Potilas toipui oireettomaksi.



KUVA 6. Potilas oli löytynyt tieltä polkupyöränsä vierestä makaamasta. Tavattaessa hänellä oli lievä vasemmanpuoleinen halvausoireisto ja dysartria. Potilas kouristi tapahtumapaikalla, jonka jälkeen hänet tuotiin tajuttomana sairaalaan. A) TT:ssä ei todettu vuotoja, mutta oikealla alaeuparietaalisesti nähtiin infarktiepäilyn herättänyt harventumamuutos (nuoli). TT-perfuusiokuvissa (B–D) samalla alueella (nuoli)

todettiin hyperperfuusio: tilavuuskartassa suurentunut veritilavuus (B), virtauskartassa lisääntynyt virtaus (C), ja läpikulkuaikakartassa nopeutunut läpikulkuaika (D). Myöhemmin aivojen MK paljasti kasvaimen (nuoli), joka näkyy FLAIR-kuvissa signaalinvoimistumana (E) ja joka ei tehostu gadoliniumvarjoaineella (F). Patologis anatominen diagnoosi oli anaplastinen erilaistumisasteen 3 astrocytoma.

Magneettiperfuusiokuvaus

Magneettiperfuusiokuvauksen rooli akuutin aivoinfarktin kuvantamisessa on edelleen avoin. Kriittisesti iskeemiselle alueelle ei ole olemassa selkeää yhtenäistä määritelmää, eikä infarktiytimen tunnistaminenkaan akuutin vaiheen diffuusiokuvista ole yksiselitteistä. Siksi puolivarjon määrittäminenkin ei ole yksiselitteistä. Selkeää näyttöä magneettiperfuusiokuvauksen käytön edusta hoidon valinnassa akuutin aivoinfarktin yhteydessä ei ole.

AVH:ta muistuttavien tilojen erotusdiagnostiikka

Liutushoito- tai trombektomiaehdokkaan vuodon ja kasvainten sulkeminen pois onnistuu yleensä helposti tavallisen pään TT:n perusteella. Muiden aivoinfarktia muistuttavien syiden diagnoosi perustuu akuuttivaiheessa pääasiassa anamneesiin ja statukseen, etulinjassa olevan kliinikon kokemus ja osaaminen ovat siis avainasemassa (2). TT-angiografialla, TTP:llä tai MK:lla saadaan lisätukea päätökselle. **INTERNETTETOLAATIKOSSA 2** on lueteltu keskeisimpiä aivohalvausta muistuttavia tilanteita, joita on seikkaperäisemmin kuvattu laajoissa katsausartikkeleissa (29,30).

Akuutin aivoinfarktin etiologiset selvitykset

Akuutissa vaiheessa tehtyjä kuvantamistutkimuksia hyödynnetään myös etiologisissa selvittelyissä. AVH:n etiologisten tekijöiden viiveen selvittäminen ja oikeanlainen hoito ovat tärkeitä aivoinfarktin uusiutumisen ehkäisyssä. Tavallisimmat sydänperäisen embolialähteen suuren riskin löydökset ovat eteisvärinä, eteis-lepatus, hiippaläpän ahtauma, dilatoiva kardio-myopatia, mekaaninen tekoläppä, endokardiitit ja verihyytymä vasemmassa eteisessä tai eteiskorvakkeessa. Näistä sydämensisäiset trombit voidaan havaita sydämen TT:ssä tai kaulavaltimoiden TT-angiografiassa, mikäli kuvauspakka ulottuu riittävän alas. Suurentunut eteiskorvake voi hidastaa virtausta ja altistaa hyytymälle, ja TT:ssä todettu suurentunut eteiskorvake saat-

taa viitata eteisvärinätaipumukseen (31). Tuoreen tiedon mukaan myös suurentunut vasen eteinen voi viitata eteisvärinästä riippumattomaan sydänperäiseen embolialähteeseen (32). TT-angiografiassa voidaan havaita embolialähteenä toimivia nousevan aortan tai aortankaa-ren ateroskleroottisia plakkimuutoksia (33).

Kuvantaminen trombektomian jälkeen

Pään TT kontrolloidaan rutiinimaisesti trombektomian jälkeen, usein seuraavana päivänä. Siinä voidaan arvioida kehittyneen infarkti-alueen laajuus ja hemorraginen transformaatio sekä mahdolliset muut vuotekomplikaatiot, turvotus ja aivo-selkäydinnestekierron tilanne. Toimenpiteessä käytetty jodivarjoaine voi kertyä huonosta verenkierrosta kärsineelle parenkymialueelle (**KUVA 1**) ja aiheuttaa erotusdiagnostisia ongelmia vuodon osalta. Uusilla kaksoisenergia-TT-laitteilla on mahdollista jälkikäsitteilyn avulla prosessoida niin sanottu virtuaalinatiivikuva, joka auttaa erottamaan toisistaan varjoaineen ja vuodon.

Lopuksi

Trombektomian mukaantulo akuutin iskeemisen AVH:n hoitokaavioon on asettanut uusia vaatimuksia kuvantamiselle. Hoitopäätöstä ei enää tehdä pelkästään natiivi-TT:n ja aikaviiveen perusteella. Trombektomiapäätöksen tekemiseksi tarvitaan osoitus suonitukoksen olemasolosta ja sijainnista sekä toimenpidestrategian suunnittelemiseksi myös tietoa suonianatomias-ta. TT-angiografian ja TTP:n hyödyntäminen on erittäin tärkeää hyvien hoitotuloksien saavuttamiseksi ja hyödyttömien tai peräti potilasta vahingoittavien trombektomioiden välttämiseksi (34,35). **KUVIEN 1 ja 4** potilailla oli samanlainen kliininen oire ja identtinen löydös natiivi-TT:ssä ja kaulasuonten TT-angiografiassa. Kollateraalien ja perfuusiolöydöksen erot selittivät trombektomian kliinisen tuloksen selvää erilaisuutta. Monipuolistuva akuuttivaiheen kuvantaminen tuottaa huomattavasti aiempaa enemmän oleellista tietoa AVH-potilaan hoitopäätöksen tueksi ja parantaa erotusdiagnostista ja etiologista päättelyä verrattuna pelkkään natiivi-TT:hen. ■

KIRJALLISUUTTA

1. Aivoinfarkti. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2011 [päivitetty 11.1.2011]. www.kaypahoito.fi.
2. Lindsberg PJ, Meretoja A, Mattila OS, Kuusimä M. Tunnistatko aivoinfarktin liuotushoitokandidaatin? Duodecim 2014;130:383–9.
3. Lindsberg PJ, Pekkola J, Strbian D, ym. Time window for recanalization in basilar artery occlusion: speculative synthesis. Neurology 2015;85:1806–15.
4. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, ym. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. N Engl J Med 2015;372:11–20.
5. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, ym. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. N Engl J Med 2015;372:1019–30.
6. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, ym. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. N Engl J Med 2015;372:2285–95.
7. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, ym. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. N Engl J Med 2015;372:1009–18.
8. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, ym. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. N Engl J Med 2015;372:2296–306.
9. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, ym. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. Lancet 2016;387:1723–31.
10. Lindsberg PJ, Lappalainen K. Aivoinfarktin akuuttihoito muuttui. Duodecim 2015;131:617–8.
11. Riedel CH, Zoubie J, Ulmer S, ym. Thin-slice reconstructions of nonenhanced CT images allow for detection of thrombus in acute stroke. Stroke 2012;43:2319–23.
12. Riedel CH, Zimmerman P, Jensen-Kondering U, ym. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. Stroke 2011;42:1775–7.
13. Grau AJ, Weimar C, Buggle F, ym. Risk factors, outcome, and treatment in subtypes of ischemic stroke: the German stroke data bank. Stroke 2001;32:2559–66.
14. Putaala J, Nieminen T, Haapaniemi E, ym. Undetermined stroke with an embolic pattern – a common phenotype with high early recurrence risk. Ann Med 2015;47:406–13.
15. Putaala J, Metso AJ, Metso TM, ym. Analysis of 1008 consecutive patients aged 15 to 49 with first-ever ischemic stroke: the Helsinki young stroke registry. Stroke 2009;40:1195–203.
16. Bang OY, Saver JL, Kim SJ, ym. Collateral flow predicts response to endovascular therapy for acute ischemic stroke. Stroke 2011;42:693–9.
17. Souza LC, Yoo AJ, Chaudhry ZA, ym. Malignant CTA collateral profile is highly specific for large admission DWI infarct core and poor outcome in acute stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2012;33:1331–6.
18. Saarinen JT, Rusanen H, Sillanpää N. Collateral score complements clot location in predicting the outcome of intravenous thrombolysis. AJNR Am J Neuroradiol 2014;35:1892–6.
19. Liebeskind DS. Collateral circulation. Stroke 2003;34:2279–84.
20. Angermaier A, Langner S, Kirsch M, ym. CT-angiographic collateralization predicts final infarct volume after intra-arterial thrombolysis for acute anterior circulation ischemic stroke. Cerebrovasc Dis 2011;31:177–84.
21. Tan IY, Demchuk AM, Hopyan J, ym. CT angiography clot burden score and collateral score: correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct. AJNR Am J Neuroradiol 2009;30:525–31.
22. Yeo LL, Paliwal P, Teoh HL, ym. Assessment of intracranial collaterals on CT angiography in anterior circulation acute ischemic stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2015;36:289–94.
23. Warach S, Gaa J, Siewert B, ym. Acute human stroke studied by whole brain echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. Ann Neurol 1995;37:231–41.
24. Lin W, Lee JM, Lee YZ, ym. Temporal relationship between apparent diffusion coefficient and absolute measurements of cerebral blood flow in acute stroke patients. Stroke 2003;34:64–70.
25. von Kummer R, Dzialowski I, Gerber J. Therapeutic efficacy of brain imaging in acute ischemic stroke patients. J Neuro-radiol 2015;42:47–54.
26. Purushotham A, Campbell BC, Straka M, ym. Apparent diffusion coefficient threshold for delineation of ischemic core. Int J Stroke 2015;10:348–53.
27. Mourand I, Milhaud D, Arquizan C, ym. Favorable bridging therapy based on DWI-FLAIR mismatch in patients with unclear-onset stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2016;37:88–93.
28. Rimmelle DL, Thomalla G. Wake-up stroke: clinical characteristics, imaging findings, and treatment option – an update. Front Neurol 2014;5:35.
29. Danière F, Edjlali-Goujon M, Mellerio C, ym. MR screening of candidates for thrombolysis: how to identify stroke mimics? J Neuroradiol 2014;41:283–95.
30. Liu X, Almast J, Ekholm S. Lesions masquerading as acute stroke. J Magn Reson Imaging 2013;37:15–34.
31. Taina M, Sipola P, Muuronen A, ym. Determinants of left atrial appendage volume in stroke patients without chronic atrial fibrillation. PLoS One 2014;9:e90903.
32. Kamel H, Okin PM, Elkind MS, Iadecola C. Atrial fibrillation and mechanisms of stroke: time for a new model. Stroke 2016;47:895–900.
33. Chatzikonstantinou A, Krissak R, Flüchter S, ym. CT angiography of the aorta is superior to transesophageal echocardiography for determining stroke subtypes in patients with cryptogenic ischemic stroke. Cerebrovasc Dis 2012;33:322–8.
34. Lum C, Ahmed ME, Patro S, ym. Computed tomographic angiography and cerebral blood volume can predict final infarct volume and outcome after recanalization. Stroke 2014;45:2683–8.
35. Espinosa de Rueda M, Parrilla G, Manzano-Fernández S, ym. Combined multimodal computed tomography score correlates with futile recanalization after thrombectomy in patients with acute stroke. Stroke 2015;46:2517–22.

RITVA VANNINEN, professori, ylilääkäri

KYS Kuvantamiskeskus, kliininen radiologia ja Itä-Suomen yliopisto, kliininen laitos, radiologia

JUKKA PUTAALA, dosentti, neurologian erikoislääkäri

HYKS, neurologian klinikka

MICHAELA BODE, dosentti, vs. apulaisylilääkäri

OYS, Kuvantaminen

MIKKO NYMAN, LL, neuroradiologi

TYKS-SAPA, Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus, päivystysröntgen

JOHANNA PEKKOLA, LT

HUS Kuvantaminen

HANNU MANNINEN, professori, ylilääkäri

KYS Kuvantamiskeskus, kliininen radiologia ja Itä-Suomen yliopisto, kliininen laitos, radiologia

SIDONNAISUUDET

Ritva Vanninen: Ei sidonnaisuuksia

Jukka Putaala: Asiantuntijapalkkio (BMS-Pfizer, Boehringer-Ingelheim, Medtronic, St. Jude Medical), luontopalkkio (BMS-Pfizer, Bayer, Boehringer-Ingelheim, Orion Pharma, St. Jude Medical)

Michaela Bode: Luontopalkkio (Tosfin OYS)

Mikko Nyman: Ei sidonnaisuuksia

Johanna Pekkola: Ei sidonnaisuuksia

Hannu Manninen: Asiantuntijapalkkio (Suomen Lääkäreilihti), lisenssitulo tai tekijänpalkkio (Kustannus Oy Duodecim)

SUMMARY**Imaging of an acute stroke patient when planning therapy for arterial thrombosis**

Intra-arterial thrombectomy is a highly effective mode of treatment for properly selected patients with acute cerebral ischemia. Imaging studies are essential for making a decision on the treatment of acute cerebral infarction. In imaging, a combination of unenhanced CT scan of the head and CT angiography of the carotid and cerebral arteries during one imaging procedure is recommended for all patients coming into the hospital within the time window for thrombectomy, for patients with unclear time of onset of the symptoms and for whom cerebral hemorrhage is excluded as the cause in unenhanced CT scan. This may further be complemented with CT perfusion imaging. In certain acute situations magnetic resonance imaging is also useful.